



(11)

EP 1 662 222 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.05.2006 Patentblatt 2006/22

(51) Int Cl.:
F28F 19/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05025598.3**

(22) Anmeldetag: **24.11.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **25.11.2004 DE 102004057035**

(71) Anmelder: **Sieber, Dieter**
72336 Balingen (DE)

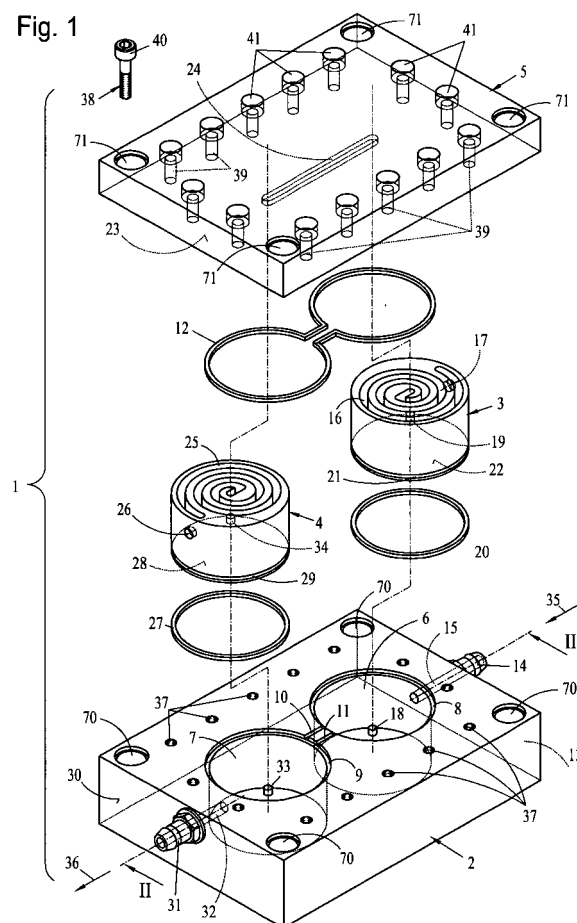
(72) Erfinder: **Sieber, Dieter**
72336 Balingen (DE)

(74) Vertreter: **Neymeyer, Franz**
Neymeyer & Partner GbR,
Haselweg 20
78052 Villingen-Schwenningen (DE)

(54) Vorrichtung zum Temperieren von Formwerkzeugen

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zum Temperieren eines Temperierkörpers, welcher mit einem aus einer Stahllegierung bestehenden Durchlaufkanal versehen ist, der in einen Flüssigkeitskreislauf eingebunden ist, durch welchen ein temperiertes, elektrolytisches Fluid durch den Durchlaufkanal geleitet wird. Um einen Korrosionsschutz des Durchlaufkanals in möglichst einfacher Weise zu erreichen, ist vorgesehen, dass im Flüssigkeitskreislauf wenigstens ein mit dem Fluid in Kontakt stehendes Elektrolyseelement (3, 4) vorgesehen ist, welches aus einem Material besteht, das in der elektrochemischen Spannungsreihe für Kationen ein niedrigeres Standardpotential aufweist und, dass das Elektrolyselement (3, 4) mit dem Durchlaufkanal elektrisch leitend in Verbindung bringbar ist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Temperieren eines Temperierkörpers, welcher mit einem aus einer Stahllegierung bestehenden Durchlaufkanal versehen ist, der in einen Flüssigkeitskreislauf eingebunden ist, durch welchen ein temperiertes, elektrolytisches Fluid durch den Durchlaufkanal geleitet wird.

[0002] Vorrichtungen zum Temperieren eines Körpers, welcher aus einer Stahllegierung besteht und zum Temperieren einen Durchlaufkanal aufweist sind bereits bekannt. Solche Vorrichtungen werden beispielsweise dazu benutzt, Maschinenteile oder Spritzgußformen während des Betriebs auf einer vorgegebenen Arbeitstemperatur zu halten.

[0003] Zu diesem Zweck sind Förderpumpen vorgesehen, mittels welchen das Fluid durch einen Flüssigkeitskreislauf gepumpt wird. Bei einem solchen Fluid wird in der Regel Wasser verwendet, welches im Normalfall elektrolytische Eigenschaften aufweist. D.h., dass der Durchlaufkanal in diesen Flüssigkeitskreislauf eingebunden ist und ebenfalls von diesem Fluid durchströmt wird. Dabei ist in der Regel ein beheizbarer oder kühlbarer, d.h. temperierbarer Tank als Fluidspeicher vorgesehen. Die Förderpumpe fördert demzufolge durch den Flüssigkeitskreislauf das Fluid durch den Durchlaufkanal des zu temperierenden Körpers, von wo aus das Fluid wiederum zum Tank zurück gelangt.

[0004] Während des Einsatzes wird das Fluid über entsprechend angeschlossene Leitungen durch den Flüssigkeitskreislauf sowie den Durchlaufkanal des entsprechenden Körpers hindurch geführt.

[0005] Sofern es sich bei dem Fluid um Wasser handelt, was üblicherweise verwendet wird, bildet sich insbesondere in den Oberflächenbereichen des aus einer Stahllegierung bestehenden Durchlaufkanals Rost, der je nach Beschaffenheit des Fluids und je nach dem Durchlaßquerschnitt des Durchlaufkanals schon nach kurzer Zeit zu größeren Querschnittsverengungen führen kann. Somit kann durch solche Querschnittsverengungen die gewünschte Temperierung des Körpers nicht mehr sicher gewährleistet werden.

[0006] Bei solchen zu temperierenden Körpern kann es sich beispielsweise um gehärtete Formwerkzeuge eines Spritzgußwerkzeuges handeln, welche während des Spritzgußvorganges auf einer bestimmten Temperatur zu halten sind, um ein möglichst optimales Spritzgußergebnis erreichen zu können.

[0007] Um nun dieses Korrosionsphänomen möglichst zu vermeiden, ist es beispielsweise bekannt, dem Fluid diverse chemische Zusätze beizugeben. Dies ist zwar eine zweckmäßige Vorgehensweise, führt jedoch dazu, dass ein mit solchen Zusätzen versehenes Fluid einer besonderen Entsorgung bedarf. Weiter können solche Zusätze toxische Wirkungen haben, was der Gesundheit wenig förderlich ist. Auch sind solche Zusätze häufig äußerst teuer, so dass diese je nach Anwendungsgebiet nur bedingt verwendbar sind.

[0008] Werden solche Zusätze jedoch nicht verwendet, so hat dies die häufigere Reinigung, beispielsweise der Werkzeugformen von Spritzgußwerkzeugen zur Folge. Dies ist in der Regel mit einem hohen Zeitaufwand für die Formenzerlegung und Reinigung verbunden. Bei modernen Werkzeugeinsätzen, welche beispielsweise mit konturnahen Durchlaufkanälen versehen sind, ist eine solche Reinigung häufig nicht oder nur schwierig möglich, da solche Werkzeugeinsätze nicht oder nur begrenzt zerlegbar sind.

[0009] So ist aus der DE 201 16 990.8 U1 eine Vorrichtung zum Temperieren für Formwerkzeuge, insbesondere für Spritzgußformen, bekannt geworden, bei welcher in den geschlossenen Flüssigkeitskreislauf des Fluids eine vorzugsweise aus Zink bestehende Opferanode eingesetzt ist. Diese Opferanode wird an den Pluspol einer Gleichspannungsquelle angeschlossen und ist von einem metallenen Durchlaufrohr umschlossen. Dieses Durchlaufrohr ist wiederum gegenüber der Opferelektrode elektrisch isoliert und an den Minuspol der Gleichspannungsquelle angeschlossen. Durch diese Anordnung wird beim Anlegen einer Gleichspannung eine elektrolytische Wirkung mit einem galvanisierenden Effekt erreicht. D.h., dass von der aus Zink bestehenden Opferelektrode bzw. Opferanode Zinkionen durch das als Elektrolyt wirkende Wasser zu den Innenflächen des Durchlaufkanals des zu temperierenden Körpers wandern und dort eine Art Schutzüberzug bilden. Es findet somit quasi eine Galvanisierung der inneren Oberfläche des aus der Stahllegierung bestehenden Durchlaufkanals statt, bei der sich Zink als Rostschutzmittel auf den Innenflächen der wasserführenden Temperierkanäle in Form eines dünnen Überzuges niederschlägt. Je nach der Beschaffenheit des Fluides, insbesondere des üblicherweise verwendeten Wassers, in elektrolytischer Hinsicht und je nach Höhe der angelegten Gleichspannung läßt sich die Überzugsbildung relativ gut steuern.

[0010] Nachteilig an dieser bekannten Vorrichtung ist, dass stets eine Gleichspannungsquelle vorhanden sein muss und dass deren Aufbau, insbesondere bezüglich der Regelung, relativ aufwändig ist.

[0011] Demgemäß liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art anzugeben, mit welcher ein Korrosionsschutz insbesondere der Durchlaufkanäle eines zu temperierenden Körpers in äußerst einfacher Weise erreichbar ist.

[0012] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass im Flüssigkeitskreislauf wenigstens ein mit dem Fluid in Kontakt stehendes Elektrolyseelement vorgesehen ist, welches aus einem Material besteht, das in der elektrochemischen Spannungsreihe für Kationen ein niedrigeres Standardpotential aufweist und, dass das Element mit dem Durchlaufkanal elektrisch leitend in Verbindung bringbar ist.

[0013] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung wird eine Vorrichtung zur Verfügung gestellt, mit welcher beliebige, aus einer Stahllegierung bestehende Körper, mit einem ebenfalls aus dieser Stahllegierung bestehen-

den Durchlaufkanal vor Korrosion schützbar sind. Dabei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass in den Flüssigkeitskreislauf ein mit dem Fluid in Kontakt stehendes Elektrolyseelement eingebracht ist. Dieses Elektrolyseelement besteht aus einem Material, das in der elektrochemischen Spannungsreihe für Kationen ein niedrigeres Standardpotential aufweist, als die Stahllegierung des zu temperierenden Körpers bzw. des Durchlaufkanals des zu temperierenden Körpers.

[0014] Dabei bildet das Elektrolyseelement zusammen mit der Stahllegierung und dem elektrolytischen Fluid eine Art elektrochemisches Primärelement, bei welchem das Elektrolyseelement Ionen in das Fluid freisetzt. Da das Elektrolyseelement mit dem Durchlaufkanal oder auch mit dem zu temperierenden Körper in elektrisch leitender Verbindung bringbar ist bzw. steht, erfolgt somit nach Kontaktschluß über den Elektrolyten bzw. das elektrolytische Fluid eine allmähliche Auflösung des Elektrolyseelementes. Die freigesetzten und im Fluid in Lösung gegangenen Ionen dieses Materials des Elektrolyseelementes werden durch das Fluid im Flüssigkeitskreislauf durch den Durchlaufkanal geleitet, so dass dessen Material sich im Durchlaufkanal niederschlägt und dort eine Schutzschicht bildet. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass keinerlei weitere Hilfsmittel, insbesondere keinerlei Fremdenergie benötigt wird, um diesen korrosionsschützenden Niederschlag im Durchlaufkanal zu bewirken.

[0015] Insbesondere ist die erfindungsgemäße Vorrichtung in jedweden Flüssigkeitskreislauf einbringbar, welcher zum Temperieren eines Körpers eingesetzt wird und bei welchem als elektrolytisches Fluid Wasser oder eine wässrige Lösung verwendet wird. Dabei ist herkömmliches Wasser als elektrolytisches Fluid einsetzbar, so dass hier auch keine Entsorgungsprobleme entstehen können.

[0016] An dieser Stelle sei erwähnt, dass eine solche elektrochemische Spannungsreihe, von welcher die Erfindung ausgeht, beispielsweise angegeben ist im "Lueger - Lexikon der Technik - Taschenbuchausgabe Elektrotechnik und Kerntechnik Grundlagen, Band 3, Seite 478". Dieser dort in Tabelle 1 angegebenen elektrochemischen Spannungsreihe für Kationen ist entnehmbar, dass beispielsweise Magnesium mit -2,38 V ein niedrigeres Standardpotential als Eisen (FE) mit -0,44 V aufweist und somit beispielsweise als Material für das in den Flüssigkeitskreislauf einzubringende Elektrolyseelementes verwendbar ist. Je nach verwendetem Elektrolyten bzw. elektrolytischem Fluid, wie beispielsweise Wasser, entsteht durch die Verwendung einer Magnesiumlegierung beispielsweise eine messbare Spannungsdifferenz zu einer Stahllegierung, wie sie beispielsweise für Formwerkzeuge verwendet wird, von ca. 1,6 V. Durch diese Potentialspannungsdifferenz wird ein elektrochemischer Effekt bewirkt, welcher wiederum eine Beschichtung des Durchlaufkanals durch Magnesium zu Folge hat. Hierzu sei bemerkt, dass in US-Schriften die Vorzeichenwahl bei solchen elektrochemischen Spannungsrei-

hen entgegengesetzt ist. Definitionsgemäß geht die Erfindung von der zitierten Tabelle aus, wodurch auch das beanspruchte niedrigere Standardpotential des Materials für das in den Flüssigkeitskreislauf einzubringende Elektrolyseelement entsprechend zu wählen ist. Magnesium ist auch deshalb für die erfindungsgemäße Vorrichtung geeignet, da Magnesium ungiftig ist.

[0017] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den weiteren Unteransprüchen 2 bis 13 zu entnehmen.

[0018] Anhand der Zeichnung wird nachfolgend die Erfindung anhand einiger Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt:

15 Fig. 1 eine Explosionsdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, bestehend aus einem Grundkörper, zwei Korrosionsschutzelementen sowie einer Abdeckplatte;

20 Fig. 2 einen zu temperierenden Körper mit einem Durchlaufkanal, wie er beispielsweise für Formwerkzeuge eines Spritzgußwerkzeuges einsetzbar ist, in perspektivischer Explosionsdarstellung;

25 Fig. 3 eine Schnittdarstellung durch die Vorrichtung aus Fig. 1 sowie den zu temperierenden Körper aus Fig. 2, wobei der Schnittverlauf für die Vorrichtung in Fig. 1 mit den Schnittlinien II-II und der Schnittverlauf entlang des Durchlaufkanales in Fig. 2 mit den Schnittlinien III-III angegeben ist;

30 Fig. 4 eine Prinzipdarstellung eines in eine Spritzgußmaschine einsetzbaren Formwerkzeuges mit unterschiedlich ausgebildeten Vorrichtungen der erfindungsgemäßen Art;

35 Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit mehreren erfindungsgemäßen Elementen sowie des Körpers aus Fig. 2 im Schnitt entlang der Schnittlinie III-III.

40 **[0019]** Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 in perspektivischer Explosionsdarstellung. Bei diesem Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 1 besteht die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 aus einem Grundkörper 2, zwei Elektrolyseelementen 3 und 4 sowie einem Deckelement 5.

45 **[0020]** Der Grundkörper 2 weist eine quaderförmige Grundform auf und ist mit zwei zentralen, zylindrischen Einsenkungen 6 und 7 versehen, welche zur passenden Aufnahme der Elektrolyseelemente 3 und 4 dienen. In ihrem oberen Randbereich weisen die zylindrischen Einsenkungen 6 und 7 jeweils einen radial erweiterten Absatz 8 bzw. 9 auf, welche über zwei Aufnahmenuten 10 und 11 miteinander in Verbindung stehen. In diese Ab-

sätze 8 und 9 sowie die Aufnahmenuten 10 und 11 ist ein entsprechend formangepasstes Dichtungselement 12 passend einsetzbar. Dieses Dichtungselement 12 dient in seinem, in die Absätze 8 und 9 und die Aufnahmenuten 10 und 11 eingesetzten Zustand zur Abdichtung des Grundkörpers 2 gegenüber dem Deckelement 5, sofern dieses auf den Grundkörper 2 aufgesetzt ist.

[0021] Wie weiter aus Fig. 1 ersichtlich ist, weist der Grundkörper 2 auf seiner Rückseite 13 einen Anschlußstutzen 14 auf, welcher in einen Zulaufkanal 15 des Grundkörpers 2 dicht eingeschraubt ist. Dieser Zulaufkanal 15 mündet in die Einsenkung 6 und dient zur Zuführung von aus einem Flüssigkeitskreislauf umlaufenden, elektrolytischen Fluid in die Einsenkung 6.

[0022] Weiter ist aus Fig. 1 ersichtlich, dass das Elektrolyseelement 3 einen schneckenförmigen Strömungskanal 16 aufweist, welcher mit einer Zulaufbohrung 17 in Verbindung steht. Beim Einsetzen des Elektrolyseelementes 3 in die Einsenkung 6 wird die Zulaufbohrung 17 auf den Zulaufkanal 15 passend ausgerichtet, so dass durch den Zulaufkanal 15 einströmendes Fluid über die Zulaufbohrung 17 in den schneckenförmigen Strömungskanal 16 des Elektrolyseelementes 3 gelangt.

[0023] Zur passenden Ausrichtung des Elektrolyseelementes 3 mit seiner Zulaufbohrung 17 auf den Zulaufkanal 15 ist im Bodenbereich der Einsenkung 6 ein Ausrichtzapfen 18 vorgesehen, mit welchem das Elektrolyseelement 3 über eine Ausrichtbohrung 19 in ihrem Bodenbereich beim Einsetzen in die Einsenkung 6 formschlüssig in Eingriff bringbar ist. Zur unterseitigen Abdichtung und auch für einen klemmenden Halt des Elektrolyseelementes 3 in der Einsenkung 6, ist ein Dichtring 20 vorgesehen, welcher in eine entsprechend umlaufende Aufnahmenut 21 des Elektrolyseelementes 3 einsetzbar ist. Diese Aufnahmenut 21 befindet sich dabei in unmittelbarer Nähe der unteren Bodenfläche 22 des Elektrolyseelementes 3.

[0024] Weiter ist aus Fig. 1 ersichtlich, dass das Deckelement 5 eine in seine ebene, untere Auflagefläche 23 eingelassene, einen Verbindungskanal bildende Verbindungsnut 24 aufweist, welche in Fig. 1 in gestrichelten Linien dargestellt ist. Über diese Verbindungsnut 24 gelangt das, den schneckenförmigen Strömungskanal 16 durchströmende Fluid zum zweiten in die zweite Einsenkung 7 eingesetzten Elektrolyseelement 4. Dabei endet die Verbindungsnut 24 jeweils im Zentrum der eingesetzten Elektrolyseelemente 3 und 4.

[0025] Das Elektrolyseelement 4 ist im wesentlichen identisch ausgebildet wie das Elektrolyseelement 3 und weist dementsprechend ebenfalls einen schneckenförmigen Strömungskanal 25 auf, welcher mit einer entsprechenden Ablaufbohrung 26 in Verbindung steht. Auch ist zur Halterung des Elektrolyseelementes 4 in der Einsenkung 7 ein Dichtring 27 vorgesehen, welcher in eine entsprechende, im Bereich der unteren Bodenfläche 28 angeordnete, umlaufende Aufnahmenut 29 einsetzbar ist.

[0026] Des Weiteren ist aus Fig. 1 erkennbar, dass der Grundkörper 2 auf seiner dem Anschlußstutzen 14 ge-

genüber liegenden, vorderen Frontseite 30 einen zweiten Anschlußstutzen 31 aufweist, welcher in einen Ablaufkanal 32 dicht eingeschraubt ist. Dieser Ablaufkanal 32 mündet in die Einsenkung 7. Beim Einsetzen des Elektrolyseelementes 4 wird dieses mit seiner Ablaufbohrung 26 auf den Ablaufkanal 32 ausgerichtet, so dass das den schneckenförmigen Strömungskanal 25 durchlaufende Fluid über die Ablaufbohrung 26 und den Ablaufkanal 32 durch den zweiten Anschlußstutzen 31 nach außen zurück in den Flüssigkeitskreislauf gelangt.

[0027] Zur korrekten Ausrichtung des Elektrolyseelementes 4 in der Einsenkung 7 ist im Bodenbereich der Einsenkung 7 ebenfalls ein Ausrichtzapfen 33 vorgesehen, mit welchem das Elektrolyseelement 4 über eine entsprechende Ausrichtbohrung 34 ihrer unteren Bodenfläche 28 passend in Eingriff bringbar ist.

[0028] Es ist leicht vorstellbar, dass über den Anschlußstutzen 14 in Richtung des Pfeiles 35 einströmendes Fluid über den Zulaufkanal 15 und die Zulaufbohrung 17 in den Strömungskanal 16 des ersten Elektrolyseelementes 3 gelangt. Nach dem Durchströmen des Strömungskanals 16 gelangt das Fluid über die Verbindungsnut 24 des Deckelementes 5, in den schneckenförmigen Strömungskanal 25 des zweiten Elektrolyseelementes 4. Nach dem Durchströmen dieses Strömungskanals 25 wiederum gelangt das Fluid über die Ablaufbohrung 26, den Ablaufkanal 32 und den zweiten Anschlußstutzen 31 in Richtung des Pfeiles 36 nach außen zurück in den Flüssigkeitskreislauf.

[0029] Im montierten Zustand sind die beiden Elektrolyseelemente 3 und 4 mit ihren Dichtringen 20 und 27 passend und elektrisch kontaktierend in die Einsenkungen 6 und 7 eingesetzt. Anschließend wird das Dichtungselement 12 in die Absätze 8 und 9 sowie die beiden Aufnahmenuten 10 und 11 eingesetzt. Nach dem Aufsetzen des Deckelementes 5 entsteht so durch den Anschlußstutzen 14, den Zulaufkanal 15, den Strömungskanal 16, den Verbindungskanal 24, den Strömungskanal 25, den Ablaufkanal 32 und den Anschlußstutzen 31 ein durchlaufender Durchgangskanal durch den Grundkörper 2 mit seinem Deckelement 5, welcher entsprechend vom Fluid des Flüssigkeitskreislaufes durchströmbar ist. D.h., dass beim vorliegenden Ausführungsbeispiel die beiden Elektrolyseelemente 3 und 4 mit ihren beiden Strömungskanälen 16 und 25 Bestandteil des gesamten Durchlaufkanals des Grundkörpers 2 sind.

[0030] Dabei kann die Zufuhr und Abfuhr des elektrolytischen Fluids zu den Strömungskanälen 16 und 25 auch durch entsprechend im Deckenelement 5 angeordnete Anschlussstutzen erfolgen. Die Anordnung solcher Anschlussstutzen ist im Wesentlichen von den Einsatzbedingungen abhängig ist.

[0031] Die beiden Elektrolyseelemente 3 und 4 bestehen dabei aus einem Material, das in der elektrochemischen Spannungsreihe für Kadioden ein niedrigeres Standardpotential aufweist als der Werkstoff des Grundkörpers 2.

[0032] Herkömmlicherweise besteht der Grundkörper 2 sowie auch das Deckelelement 5 aus einer Stahllegierung, wie diese beispielsweise für Formwerkzeuge in Spritzgußwerkzeugen verwendet wird. Die für die beiden Elektrolyseelemente 3 und 4 in Frage kommenden Werkstoffe sind beispielsweise der Tabelle 1 auf Seite 478 des "Lueger - Lexikon der Technik - Elektrotechnik und Kerntechnik-Grundlagen, Band 3" entnehmbar.

[0033] So ist beispielsweise als Werkstoff hier eine Magnesiumlegierung für die beiden Elektrolyseelemente 3 und 4 einsetzbar. Aufgrund der elektrochemischen Spannungsreihe für Kationen ergibt sich eine zwischen den Elektrolyseelementen 3 und 4 und dem Grundkörper 2, je nach Legierungsbestandteilen sowohl der Stahllegierung als auch der Magnesiumlegierung, beispielsweise eine Potentialdifferenz von etwa 1,6 V, so dass durch die erfindungsgemäße Anordnung die beiden Elektrolyseelemente 3 und 4 zusammen mit dem Grundkörper 2 und dem Deckelelement 5 eine Art elektrochemisches Primärelement bilden.

[0034] Wird die erfindungsgemäße Vorrichtung, nun in einen Flüssigkeitskreislauf eingebracht, in welchem ein aus einer Stahllegierung bestehender, zu temperierender Körper mit einem entsprechenden Durchlaufkanal eingebracht ist, so werden nun aufgrund der Werkstoffwahl für das oder die Elektrolyseelemente, beispielsweise Magnesium, durch den Elektrolyten, der beispielsweise Wasser sein kann, Magnesiumionen durch den aus der Stahllegierung bestehenden Durchlaufkanal des zu temperierenden Körpers geleitet und aufgrund der bestehenden Potentialdifferenz auf der Innenwand des Durchlaufkanals angelagert.

[0035] Damit wird der Durchlaufkanal mit Magnesium beschichtet, so dass eine nachfolgende Korrosion sicher ausgeschlossen ist. Dabei muß lediglich gewährleistet sein, dass der zu temperierende Körper, beispielsweise eines Formwerkzeuges einer Spritzgußform, mit dem Grundkörper 2 in elektrischem Kontakt steht.

[0036] Zur festsitzenden Montage des Deckelelementes 5 auf dem Grundkörper 2 weist der Grundkörper 2 mehrere Sacklochgewinde 37 auf, in welche entsprechende Montageschrauben 38 einschraubbar sind, von welchen in Fig. 1 lediglich eine Montageschraube 38 exemplarisch dargestellt ist. Entsprechend der Anzahl und Anordnung der Sacklochgewinde 37 ist das Deckelelement 5 mit entsprechenden Durchgangsbohrungen 39 versehen, durch welche die Montageschrauben 38 hindurch steckbar sind. Dabei weisen die Durchgangsbohrungen 39 zur versenkten Aufnahme des Schraubenkopfes 40 der Montageschrauben 38 entsprechende, radial erweiterte Einsenkungen 41 auf.

[0037] Fig. 2 zeigt eine perspektivische Explosionsdarstellung eines zu temperierenden Temperierkörpers 45 zusammen mit einem zugehörigen Abdeckelement 46. Zur festsitzenden Montage des Abdeckelementes 46 ist der Körper 45 mit einer Mehrzahl von in seinen Randbereichen angeordneten Sacklochgewinden 47 versehen, in welche eine entsprechende Anzahl von Monta-

geschrauben 48 einschraubbar sind, von welchen in Fig. 2 lediglich eine exemplarisch dargestellt ist. Entsprechend der Anzahl und Anordnung der Sacklochgewinde 47 weist das Abdeckelement 46 entsprechende Durchgangsbohrungen 49 auf, welche zur versenkten Aufnahme der entsprechenden Schraubenköpfe 50 der Montageschrauben 48 mit Einsenkungen 51 versehen sind.

[0038] Zur Abdichtung ist zwischen dem Temperierkörper 45 und dem Abdeckelement 46 ein Dichtungselement 52 vorgesehen, welches in eine umlaufende Aufnahmenut 53 einsetzbar ist. Die Aufnahmenut 53 ist dementsprechend in der dem Abdeckelement 46 zugewandten Oberseite 54 des Körpers 45 eingelassen und beim vorliegenden Ausführungsbeispiel außerhalb der Sacklochgewinde 47 angeordnet.

[0039] Innerhalb der Sacklochgewinde 47 ist in der Oberseite 54 eine Strömungsnut 55 eingelassen, welche bei aufgesetztem Abdeckelement 46 auf der Oberseite 54 des Temperierkörpers 45 zusammen mit dem Abdeckelement 46 einen Durchlaufkanal bildet.

[0040] Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, weist die Strömungsnut 55 einen mehrfach gekrümmten Verlauf auf, so dass der Temperierkörper 45 in unterschiedlichen Bereichen von einem entsprechend temperierten Fluid durchströmt wird. Zum Anschluß dieser Strömungsnut 55 an einen entsprechenden Flüssigkeitskreislauf sind beim vorliegenden Ausführungsbeispiel im Bereich der Frontseite 56 des Körpers 45 zwei Anschlußstutzen 57 und 58 vorgesehen, welche jeweils in eine Zulaufbohrung 59 bzw. Ablaufbohrung 60 des Temperierkörpers 45 dicht eingeschraubt sind. Die Zulaufbohrung 59 und die Ablaufbohrung 60 stehen jeweils über einen abgewinkelt verlaufenden Verbindungskanal 61 bzw. 62 mit der Strömungsnut 55 in Verbindung.

[0041] Es ist leicht vorstellbar, dass bei Zuführung eines Flüssigkeitsstromes in Richtung des Pfeiles 63 über den Anschlußstutzen 57 dieser Flüssigkeitsstrom durch die Durchgangsbohrung 49 und den Verbindungskanal 61 durch die Strömungsnut 55 umlaufend hindurch geleitet wird und über den Verbindungskanal 62 sowie die Ablaufbohrung 60 und den Anschlußstutzen 58 wiederum aus dem Temperierkörper 45 in Richtung des Pfeiles 64 abgeleitet wird. Durch entsprechende Temperierung des verwendeten Fluids wird somit der Temperierkörper 45 zusammen mit dem Abdeckelement 46 auf eine gewünschte Temperatur gebracht, so dass der Temperierkörper 45 zusammen mit dem Abdeckelement 46 beispielsweise zum Temperieren eines Formwerkzeuges oder eines Spritzgußwerkzeuges einsetzbar ist, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist.

[0042] Fig. 3 zeigt den Grundkörper 2 der Vorrichtung 1 mit aufgesetztem Deckelement 5 in einer Schnittdarstellung entlang der Schnittlinie II-II aus Fig. 1. Die Vorrichtung 1 ist dabei elektrisch kontaktierend auf das Abdeckelement 46 des Temperierkörpers 45 aufgesetzt, wobei in der Schnittdarstellung der Fig. 3 die Schnittführung der Schnittdarstellung des Temperierkörpers 45 entlang der Linie III-III aus Fig. 2 geführt ist. Diese Schnitt-

führung ist dabei mittig entlang der Strömungsnut 55 geführt, so dass diese in Fig. 3 als durchgehender Kanal erscheint.

[0043] Aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass die beiden Anschlußstutzen 14 und 31 in den jeweils zugehörigen Zulaufkanal 15 bzw. Ablaufkanal 32 eingeschraubt sind. Zur Abdichtung können hier beispielsweise Dichtscheiben 65 bzw. 66 vorgesehen sein, wie dies aus Fig. 3 ersichtlich ist. Auf den Anschlußstutzen 14 ist eine Zulaufleitung 67 aufgesteckt, über welche dem Grundkörper 2 elektrolytisches Fluid in Richtung des Pfeiles 35 zuführbar ist.

[0044] Weiter ist aus Fig. 3 erkennbar, dass die Verbindungsnut 24 des Deckelelementes 5 in dem in Fig. 3 dargestellten montierten Zustand auf dem Grundkörper 2 zwischen den beiden Einsenkungen 6 und 7 eine Kanalverbindung bildet, so dass elektrolytisches Fluid aus der Einsenkung 6 über den Verbindungskanal 24 in die Einsenkung 7 gelangt. Die beiden Elektrolyseelemente 3 und 4 sind in die jeweils zugehörige Einsenkung 6, 7 eingesetzt und stehen mit dem Grundkörper 2 in Kontakt.

[0045] Somit gelangt das durch die Zulaufleitung 67 in Richtung des Pfeiles 35 zugeführte Fluid über den Anschlußstutzen 14, den Zulaufkanal 15 und die Zulaufbohrung 17 in den schneckenförmigen Strömungskanal 16 des Elektrolyseelementes 3 und über die Verbindungsnut 24 in den Strömungskanal 25 des Elektrolyseelementes 4. Von dort wird das Fluid über die Ablaufbohrung 26, den Ablaufkanal 32 und den auslasseitigen Anschlußstutzen 31 in Richtung des Pfeiles 36 wiederum aus dem Grundkörper 2 nach außen, zurück in den Flüssigkeitskreislauf geführt.

[0046] Auf den Anschlußstutzen 31 ist beim vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Verbindungsleitung 68 aufgesteckt, über welche der auslasseitige Anschlußstutzen 31 mit dem einlasseitigen Anschlußstutzen 57 des Temperierkörpers 45 in Verbindung steht. Hierbei ist aus Fig. 3 ersichtlich, dass der Anschlußstutzen 57 in die Zulaufbohrung 59 des Körpers 45 eingeschraubt ist und ebenfalls mittels einer Dichtscheibe 69 abgedichtet ist. Desgleichen gilt auch für den zweiten, in Fig. 3 nicht erkennbaren Anschlußstutzen 58, welcher dementsprechend in die Ablaufbohrung 60 eingeschraubt ist.

[0047] Weiter ist aus Fig. 3 ersichtlich, dass die Zulaufbohrung 59 über den vertikal nach oben gerichteten Verbindungskanal 61 mit der Strömungsnut 55 in Verbindung steht. Bei aufgesetztem Abdeckelement 46 bildet diese Strömungsnut 55 zusammen mit dem Abdeckelement 46 einen Durchlaufkanal, welcher entsprechend durch elektrolytisches Fluid durchströmt wird. Dabei wird das Fluid über den Anschlußstutzen 57 dem Temperierkörper 45 in Richtung des Pfeiles 63 zugeführt.

[0048] Weiter ist aus Fig. 3 erkennbar, dass das Abdeckelement 46 mittels der Montageschrauben 48 am Temperierkörper 45 feststehend befestigt ist. Zur Montage der Vorrichtung 1 mit seinem Grundkörper 2 und dem Deckelement 5 am Abdeckelement 46 und dem Temperierkörper 45 sind der Grundkörper 2 sowie das

Deckelement 5 in ihren Eckbereichen mit Durchgangsbohrungen 70 bzw. 71 versehen, wie dies aus Fig. 1 ersichtlich ist. Auch das Abdeckelement 46 und der Temperierkörper 45 sind in entsprechender Anordnung mit solchen Durchgangsbohrungen 72 bzw. 73 versehen, wie aus Fig. 2 erkennbar ist. Damit sind die Vorrichtung 1 mit ihrem Grundkörper 2 und dem Deckelement 5 über entsprechende Durchgangsschrauben (in der Zeichnung nicht dargestellt) mit dem Temperierkörper 45 und seinem Abdeckelement 46 feststehend miteinander verbindbar, so dass diese miteinander in einfacher Weise elektrisch in Kontakt bringbar sind.

[0049] Da es sich bei dem Fluid um einen Elektrolyten handelt, wie beispielsweise herkömmliches Wasser, und zumindest der Grundkörper 2 wie auch das Abdeckelement 46 und der Temperierkörper 45 aus einer Stahlliegierung bestehen und die beiden Elektrolyseelemente 3 und 4 aus einem Material bestehen, welches in der elektrochemischen Spannungsreihe für Kationen ein niedrigeres Standardpotential aufweisen, wie beispielsweise eine entsprechende Magnesiumlegierung, findet insbesondere im Bereich der Strömungskanäle 16 und 25 der Elektrolyseelemente 3 und 4 eine elektrochemische Reaktion statt, so dass hier beispielsweise Magnesiumionen im Elektrolyten in Lösung gehen. Durch die Strömung des Elektrolyten im Flüssigkeitskreislauf werden diese Magnesiumionen zum Temperierkörper 45 transportiert. Insbesondere im Bereich der Strömungsnut 55 lagern sich die Magnesiumionen aufgrund der Potentialdifferenz der Standardpotentiale der Elektrolyseelemente 3 und 4 und der Stahlliegierung des Temperierkörpers 45 mit seiner Strömungsnut 55 an der Innenwand dieser Strömungsnut 55 an.

[0050] Es findet somit eine Art Galvanisierung, insbesondere der Strömungsnut 55 statt, so dass aufgrund der äußerst dünnen Beschichtung in diesen Bereichen eine Korrosion sicher verhindert wird. Damit stellt die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 ohne weitere äußere Energiezufuhr eine Korrosionsschutz dar, so dass sich weder die Zulaufbohrung 59 noch die Strömungsnut 55 oder auch die Ablaufbohrung 60 mit Rost zusetzen können. Somit ist die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 bestens, beispielsweise zum Temperieren beispielsweise von Formwerkzeugen oder Spritzgußwerkzeugen geeignet. Dabei kann die Anordnung der Elektrolyseelemente 3 und 4 annähernd beliebig gewählt werden.

[0051] Durch die quaderförmige Ausbildung der Vorrichtung 1 beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Vorrichtung 1 auch in einfacher Weise in ein solches Formwerkzeug integrierbar.

[0052] Hierzu zeigt Fig. 4 eine perspektivische Prinzipdarstellung einer solchen, in eine Spritzgußmaschine einsetzbaren Einheit eines Formwerkzeuges 75. Solche Formwerkzeuge 75 sind in vielfältiger Ausgestaltung aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt, wobei beim vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Deckenplatte 76, eine Grundplatte 77 sowie zwei Seitenwände 78 und 79 vorgesehen sind. Auf diese Seitenwände 78, 79 ist bei-

spielsweise der Temperierkörper 45 zusammen mit dem Abdeckelement 46 aufgesetzt, was in Fig. 4 als ein einziger Körper vereinfacht dargestellt ist. Auf das Abdeckelement 46 ist die Vorrichtung 1 aus den vorangehenden Zeichnungsfiguren aufgesetzt und enthält die beiden Elektrolyseelemente 3 und 4. Auf die Darstellung der Anschlußstutzen wurde hier der Übersichtlichkeit halber verzichtet. Die Vorrichtung 1 und der Temperierkörper 45 mit seinem Abdeckelement 46 sind in einen Flüssigkeitskreislauf (nicht weiter dargestellt) eingebunden, welcher von einem Elektrolyten, wie beispielsweise herkömmlichem Wasser durchströmt wird, wie dies aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt ist. Dabei können auch die beiden Seitenwände 78, 79 in diesen temperierenden Flüssigkeitskreislauf eingebunden sein, so dass das Formwerkzeug 75 auf eine vorbestimmte Temperatur gebracht werden kann. Dabei ist vorgesehen, dass auch die Durchlaufkanäle der Seitenwände 78, 79 bzw. die Seitenwände 78, 79 selbst ebenfalls aus einer Stahllegierung bestehen, so dass der für die Strömungsnut 55 beschriebene elektrochemische Effekt auch bei diesen Durchlaufkanälen stattfindet und diese ebenfalls mit einer Schutzschicht beispielsweise aus Magnesium überzogen werden.

[0053] Da das Formwerkzeug 75 mit seiner Deckenplatte 76, der Grundplatte 77 sowie der beiden Seitenwände 78 und 79 aus einer Stahllegierung bestehen, können Elektrolyseelemente wahlweise oder zusätzlich auch in diesen Bauteilen angeordnet sein.

[0054] Hier ist in Fig. 4 beispielhaft ein solches Elektrolyseelement 80 in der hinteren Seitenwand 78 dargestellt, deren Ausgestaltung beispielsweise der Ausgestaltung der beiden Elektrolyseelemente 3 und 4 entsprechen kann. Es versteht sich, dass dabei die hintere Seitenwand 78 entsprechende Anschlußstutzen und Zu- bzw. Ablaufkanäle aufweist, um elektrolytisches Fluid durch das Elektrolyseelement 80 hindurch zuleiten.

[0055] Die Elektrolyseelemente müssen jedoch nicht zwingend die Form der Elektrolyseelemente 3, 4 oder auch 80 aufweisen. So ist beispielhaft für die vordere Seitenwand 79 dargestellt, dass solche Elektrolyselemente auch als Rohreinsätze 81 ausgebildet sein können, welche aus einem entsprechenden Material mit niedrigerem Standardpotential bestehen und entsprechend auch vom elektrolytischen Fluid umströmt und/oder durchströmt werden.

[0056] Aus Fig. 4 ist erkennbar, dass mittels der Elektrolyseelemente 3, 4, 80 sowie 81 beispielsweise ein Formwerkzeug in einfachster Weise durch entsprechende Anordnung dieser Elektrolyseelemente 3, 4, 80 sowie 81 im Flüssigkeitskreislauf des elektrolytischen Fluides vor Korrosion wirksam schützbar ist.

[0057] Auch kann hier eine Variante vorgesehen sein, bei welcher solche Elektrolyseelemente in einer externen Speicherpatrone 85 aufgenommen sind, wie dies beispielhaft aus Fig. 5 ersichtlich ist.

[0058] Diese Speicherpatrone 85 weist einen abnehmbaren Deckel 86 sowie einen Boden 87 auf, und bildet

einen Aufnahmeraum 88, welcher zur Aufnahme von beliebig geformten Elektrolyseelementen 89 dient. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel der Speicherpatrone 85 ist im Bodenbereich 87 eine Kontaktplatte 90 vorgesehen, mit welcher die Elektrolyseelemente 89 elektrisch in Kontakt stehen. Im Bereich dieses Bodens 87 sowie der Kontaktplatte 90 ist ein Anschlußstutzen 91 eingeschraubt, welcher außenseitig einen Anschlußkontakt 92 aufweist. D.h., dass der Anschlußkontakt 92 über den Anschlußstutzen 91 mit der Kontaktplatte 90 elektrisch in Verbindung steht. Von diesem Anschlußkontakt 92 führt eine elektrische Verbindungsleitung 93 über eine Regel- und/oder Anzeigevorrichtung 94 über eine weitere Verbindungsleitung 95 zum Temperierkörper 45 mit seinem Abdeckelement 46 aus Fig. 2.

[0059] Die Regel- und/oder Anzeigeeinrichtung 94 kann beispielsweise einen Voltmeter 96 und/oder einen Amperemeter 97 aufweisen, durch dessen Anzeige die elektrochemische Reaktion überwacht werden kann. Die Verbindungsleitung 95 führt über ein weiteres Kontaktelement 98 zum Anschlußstutzen 57 des Temperierkörpers 45, so dass der Temperierkörper 45 mit seinem Abdeckelement 46 mit der Kontaktplatte 90 elektrisch in Kontakt steht. Auch kann diese Regel- und/oder Anzeigeeinrichtung 94 zur Regulierung des durch die Verbindungsleitungen 93 und 95 geleiteten Stromes dienen, so dass auch eine gewisse Regelung bzw. Steuerung des "Galvanisierungseffektes" ermöglicht wird.

[0060] Wird nun der Speicherpatrone 85 in Richtung des Pfeiles 99 über eine entsprechende Anschlußleitung 100 sowie einen entsprechenden Anschlußstutzen 101 ein elektrolytisches Fluid, wie beispielsweise Wasser, zugeführt, so findet innerhalb des mit den Elektrolyseelementen 89 gefüllten Aufnahmeraumes 88 und der elektrischen Kontaktierung der Kontaktplatte 90 mit dem Temperierkörper 45 eine elektrochemische Reaktion statt, wie dies bereits zum Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 3 beschrieben wurde. Das Fluid gelangt dabei über den Anschlußstutzen 91 und eine entsprechende Verbindungsleitung 102 in die zusammen mit dem Abdeckelement 46 einen Durchlaufkanal bildende Strömungsnut 55 des Temperierkörpers 45. Dabei werden beispielsweise Magnesiumionen durch das Fluid in diesen Durchlaufkanal transportiert, welche sich auf Grund der Potentialdifferenz zwischen Magnesium und Stahl auf der Oberfläche des Durchlaufkanals niederschlagen. Damit wird auch bei diesem Ausführungsbeispiel eine Art Galvanisierung der Oberfläche des Durchlaufkanals bewirkt, so dass auch hier eine Rostbildung wirksam verhindert wird.

[0061] Mit der Speicherpatrone 85 ist somit ein bereits bestehendes System in einfacher Weise zur Vermeidung von Korrosionsbildung in einem Durchlaufkanal eines zu temperierenden Körpers nachrüstbar.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Temperieren eines Temperierkörpers (45), welcher mit einem aus einer Stahlliegierung bestehenden Durchlaufkanal (46, 55) versehen ist, der in einen Flüssigkeitskreislauf eingebunden ist, durch welchen ein temperiertes, elektrolytisches Fluid durch den Durchlaufkanal (46, 55) geleitet wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Flüssigkeitskreislauf wenigstens ein mit dem Fluid in Kontakt stehendes Elektrolyseelement (3, 4, 80, 81) vorgesehen ist, welches aus einem Material besteht, das in der elektrochemischen Spannungsreihe für Kationen ein niedrigeres Standardpotential aufweist und,
dass das Elektrolyseelement (3, 4, 80, 81) mit dem Durchlaufkanal (46, 55) elektrisch leitend in Verbindung bringbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Gehäuse (2, 3, 85) vorgesehen ist, welches mit dem Durchlaufkanal (55) elektrisch leitend verbindbar ist und welches zur Aufnahme des Elektrolyseelementes (3, 4, 89) eine Einsenkung (6, 7) oder einen Aufnahmeraum (88) aufweist, welcher in den Flüssigkeitskreislauf eingebunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Elektrolyseelement (3, 4) mit einem Strömungskanal (16, 25) versehen ist, durch welchen das Fluid hindurch strömt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Elektrolyseelement (3, 4) zylindrisch ausgebildet ist und in eine Einsenkung (6, 7) des einen Grundkörper (2) und ein Deckenelement (5) aufweisenden Gehäuses einsetzbar ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundkörper (2) zwei Einsenkungen (6, 7) aufweist und, dass in jede der Einsenkungen (6, 7) eine Elektrolyseelement (3, 4) eingesetzt ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einsenkungen (6, 7) mit ihren Elektrolyseelementen (3, 4) in Strömungsrichtung (Pfeile 35 und 36) hintereinander liegen und, dass die Einsenkungen (6, 7) über einen Verbindungskanal (24) miteinander verbunden sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungskanal (24) in einer Auflagefläche (23) des Deckenelementes (5) angeordnet ist, mit welcher das Deckenelement (5) eben auf den Grundkörper (2) aufsetzbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Umgebungsbe-
reich der Einsenkungen (6, 7) und des Verbindungs-
kanals (24) ein Dichtungselement (12) vorgesehen
ist, durch welches die Einsenkungen (6, 7) und der
Verbindungskanal (24) bei auf den Grundkörper (2)
aufgesetztem Deckenelement (5) abgedichtet ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Grundgehäuse
(2) ein Anschlussstutzen (14) vorgesehen ist, wel-
cher mit einem Zulaufkanal (15) der einen Einsen-
kung (6) verbunden ist und,
dass am Grundgehäuse (2) ein zweiter An-
schlussstutzen (31) vorgesehen ist, welcher mit ei-
nem Ablaufkanal (32) der zweiten Einsenkung (7)
verbunden ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** das eine Elektrolyseelement (3) mit
einer Zulaufbohrung (17) versehen ist, durch welche
der Strömungskanal (16) dieses Elektrolyseelemen-
tes (3) mit dem Zulaufkanal (15) des Grundkörpers
(2) verbunden ist und, dass das zweite Elektrolysee-
lement (4) mit einer Ablaufbohrung (26) versehen
ist, mit welcher das zweite Elektrolyseelement (4)
mit dem Ablaufkanal (32) des Grundkörpers (2) ver-
bunden ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** eine separate Speicherpatrone (85)
vorgesehen ist, welche zur Aufnahme von einem
oder mehreren Elektrolyseelementen (89) einen
Aufnahmeraum (88) bildet, der von elektrolytischem
Fluid durchströmt wird und,
die im Aufnahmeraum (88) befindlichen Elektroly-
seelemente (89) mit dem Durchlaufkanal (55) des
zu Temperierenden Körpers (45, 46) elektrisch kon-
taktierbar sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** die Speicherpatrone (85) mit elek-
trisch leitenden Wandbereichen, insbesondere in
Form einer Kontaktplatte (90) versehen ist, welche
über Kontaktelemente (92, 98) sowie elektrischen
Verbindungsleitungen (93, 95) mit dem Durchlauf-
kanal (55) des zu Temperierenden Körpers (45, 46)
in elektrischem Kontakt steht.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** die Verbindungsleitungen (93, 95)
mit einer Regel- und/oder Anzeigevorrichtung (94,
96, 97) in Verbindung steht, durch welche der durch
die Verbindungsleitung fließende Stromfluss an-
zeigbar und/oder regelbar ist.

Fig. 1

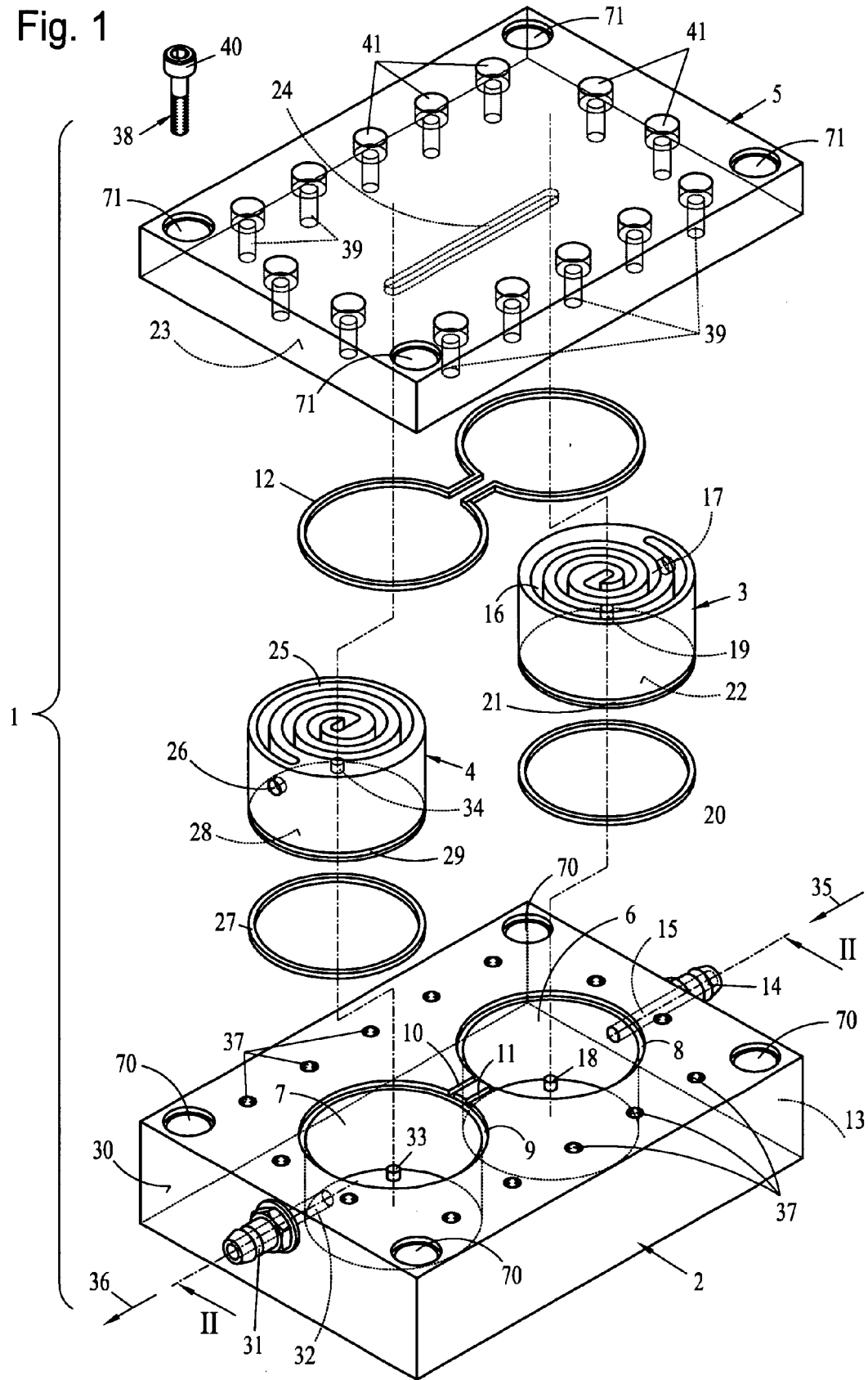


Fig. 2

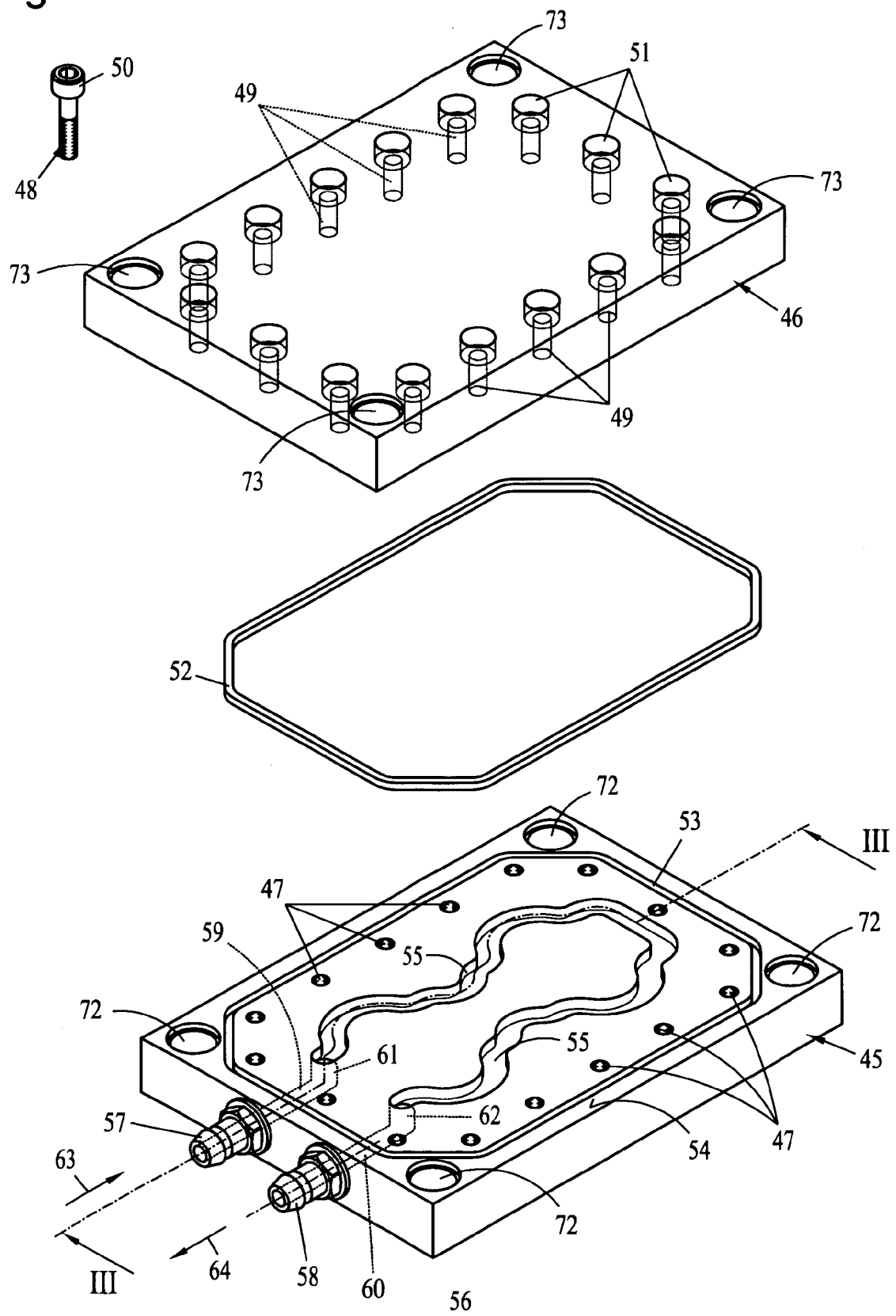


Fig. 3

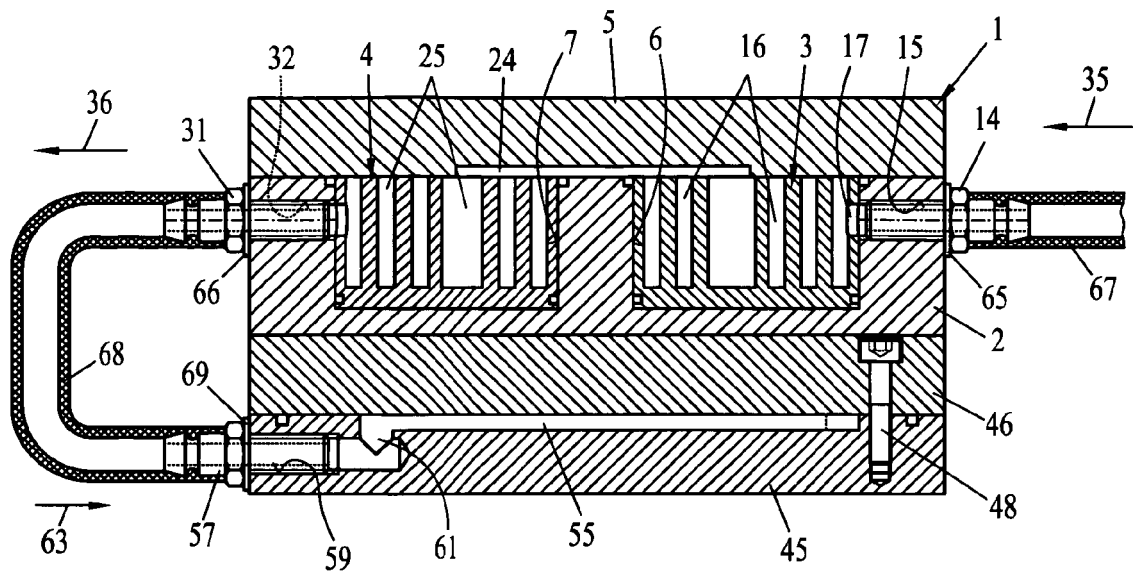


Fig. 4

